



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA EN EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS DE ROMERILLO (*Podocarpus
sprucei* Parl.) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

BAYARDO DAVID MEDINA FREIRE

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA EN EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS DE ROMERILLO (*Podocarpus
sprucei* Parl.) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: BAYARDO DAVID MEDINA FREIRE

DIRECTORA: Ing. ROSA DEL PILAR CASTRO GÓMEZ PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Bayardo David Medina Freire

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Medina Freire Bayardo David, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de mayo de 2023



Bayardo David Medina Freire

180508350-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE ROMERILLO (*Podocarpus sprucei* Parl.) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**, realizado por el señor **BAYARDO DAVID MEDINA FREIRE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Elena Vallejo Sanaguano PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-31
Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-31
Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-31

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Integración Curricular a Dios por brindarme salud y sabiduría a cada paso del camino. A mis padres: Yolanda Freire y Bayardo Medina, quien, con sus palabras de aliento, apoyo incondicional y económico en todo momento, me impulso cada día a ser mejor y culminar esta etapa de mi vida, sin duda no fue fácil, pero con su amor y abnegación supieron ser mi motor de superación, a mis hermanos Jacobo, Evelyn y en especial a mi sobrino Esteban Gabriel Bermeo Medina que han sido parte importante en este proceso, ya que como familia siempre nos hemos ayudado en todo momento y siempre creemos en nuestras capacidades como persona. A un ser único y amado que ya no se encuentra con nosotros, a mi abuelita Luzmila Garcés, con quien compartí gratos y bonitos momentos importantes, gracias por tus consejos, por el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en mi vida.

Bayardo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por la vida, quien con su bendición hizo que fuera más valiente en situaciones que se me presentaran, por permitirme llegar justo en este momento, de ser un profesional. Deseo expresar mi agradecimiento a mi tribunal de mi Trabajo de Integración Curricular, Ing. Rosa Castro, Ing. Marco Vivar e Ing. Cristian Arroyo por su valioso e incondicional apoyo que me han brindado para culminar mi trabajo de integración curricular. Agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por todos estos años de acompañamiento y por la educación de calidad brindada, mi gratitud a los docentes que conforman la Carrera de Ingeniería Forestal, en el cual con el ejemplo de superación y constancia han contribuido para mi formación profesional.

Bayardo

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>General</i>	3
1.2.2. <i>Específicos</i>	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	4
1.4.2. <i>Hipótesis alternante</i>	4

CAPÍTULO II

2. REFERENCIAS TEÓRICAS.....	5
2.1. Romerillo.....	5
2.1.1. <i>Hábitat</i>	5
2.1.2. <i>Distribución y ecología</i>	5
2.1.3. <i>Descripción</i>	6
2.1.4. <i>Usos</i>	6

2.1.5.	<i>Estado de conservación</i>	6
2.1.6.	<i>Problemas socio - ambientales que amenazan el estado de conservación de los bosques</i>	6
2.2.	Bioles	7
2.2.1.	<i>Modo de acción de los Bioles</i>	7
2.3.	Bioestimulantes	7
2.3.1.	<i>Función de los Bioestimulantes</i>	7
2.3.2.	<i>Como se usan los bioestimulantes</i>	8
2.3.3.	<i>Fertilización foliar</i>	8
2.3.4.	<i>Categorías principales de productos bioestimulantes</i>	8
2.3.4.1.	<i>Ácidos húmicos y fúlvicos</i>	9
2.3.4.2.	<i>Aminoácidos y mezclas de péptidos</i>	9
2.3.4.3.	<i>Extractos de algas y de plantas</i>	9
2.3.4.4.	<i>Quitosan y otros biopolímeros</i>	9
2.3.4.5.	<i>Compuestos inorgánicos</i>	9
2.3.4.6.	<i>Hongos beneficiosos</i>	10
2.3.4.7.	<i>Bacterias beneficiosas</i>	10
2.3.5.	<i>Sales minerales inorgánicas</i>	10
2.3.5.1.	<i>Sulfatos</i>	10
2.3.5.2.	<i>Cloruros y nitratos</i>	10
2.3.5.3.	<i>Fosfatos</i>	11
2.3.5.4.	<i>Potasio</i>	11
2.4.	Microorganismos benéficos	11
2.5.	Trichoderma spp.	12
2.6.	Bioestimulante Biorma	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	14
3.1.	Enfoque de investigación	14

3.2.	Nivel de investigación.....	14
3.3.	Localización y características del área de estudio.....	14
3.3.1.	<i>Localización del área de estudio</i>	14
3.3.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	14
3.3.3.	<i>Características climáticas del vivero</i>	15
3.4.	Materiales y equipos	15
3.4.1.	<i>Material biológico experimental</i>	15
3.4.2.	<i>Reactivos e insumos</i>	16
3.4.3.	<i>Materiales de campo</i>	16
3.4.4.	<i>Equipos de campo</i>	16
3.4.5.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	16
3.5.	Factores en estudio.....	16
3.6.	Tratamientos.....	17
3.7.	Especificaciones del campo experimental	17
3.8.	Diseño experimental.....	17
3.9.	Modelo matemático.....	18
3.10.	Análisis funcional	18
3.11.	Variables estudiadas	18
3.12.	Manejo del experimento	18
3.12.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	21
3.12.2.	<i>Altura de las plantas</i>	21
3.12.3.	<i>Número de hojas</i>	22
3.12.4.	<i>Número de brotes</i>	22
3.13.	Análisis económico	22

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN RESULTADOS.....	23
4.1.	Variables	23
4.1.1.	<i>Variable 1: Altura a los 15 días</i>	23

4.1.2.	<i>Variable 2: Altura a los 30 días</i>	23
4.1.3.	<i>Variable 3: Altura a los 45 días</i>	24
4.1.4.	<i>Representación gráfica de la variable altura (cm) de la especie forestal Podocarpus sprucei Parl., y tratamientos</i>	24
4.1.5.	<i>Variable 4: Numero de hojas a los 15 días.</i>	25
4.1.6.	<i>Variable 5: Numero de hojas a los 30 días</i>	26
4.1.7.	<i>Variable 6: Numero de hojas a los 45 días</i>	26
4.1.8.	<i>Representación gráfica de la variable número de hojas de la especie forestal Podocarpus sprucei Parl. y tratamientos</i>	27
4.1.9.	<i>Variable 7: Numero de brotes a los 15 días</i>	28
4.1.10.	<i>Variable 8: Numero de brotes a los 30 días</i>	28
4.1.11.	<i>Variable 9: Numero de brotes a los 45 días</i>	29
4.1.12.	<i>Representación gráfica de la variable número de brotes de la especie forestal Podocarpus sprucei Parl. y tratamientos</i>	29
4.2.	Análisis económico	30
4.3.	Discusión	31
	CONCLUSIONES	34
	RECOMENDACIONES	35
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica del Romerillo.	5
Tabla 3-1:	Descripción de los tratamientos.....	17
Tabla 3-2:	Descripción del diseño experimental.....	17
Tabla 3-3:	Variables para evaluar en el registro de datos.	18
Tabla 3-4:	Diseño de tratamientos empleado el DCA.	21
Tabla 4-1:	Análisis de varianza de altura a los 15 días.	23
Tabla 4-2:	Análisis de varianza de altura a los 30 días.	24
Tabla 4-3:	Análisis de varianza de altura a los 45 días.	24
Tabla 4-4:	Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días.....	26
Tabla 4-5:	Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.....	26
Tabla 4-6:	Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.....	27
Tabla 4-7:	Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días.	28
Tabla 4-8:	Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días.	29
Tabla 4-9:	Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días.	29
Tabla 4-10:	Costos de producción aplicados por tratamiento.	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Vivero Forestal.	15
Ilustración 3-2:	Medición de la altura.	21
Ilustración 3-3:	Número de hojas.	22
Ilustración 4-1:	Histograma de la variable altura (cm) de la planta a los 15, 30, 45 días.....	25
Ilustración 4-2:	Histograma de la variable hojas de la planta a los 15, 30, 45 días.....	28
Ilustración 4-3:	Histograma de la variable brotes de la planta a los 15, 30, 45 días.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DESIGNACION DEL ÁREA DE TRABAJO.

ANEXO B: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL AREA DEL TRABAJO.

ANEXO C: UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO.

ANEXO D: ROTULACIÓN DE LAS PLANTAS.

ANEXO E: PRIMERA APLICACIÓN.

ANEXO F: SEGUNDA APLICACIÓN.

ANEXO G: TERCERA APLICACIÓN.

ANEXO H: PRESENCIA Y CONTROL DE PLAGAS.

ANEXO I: ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DEL BIOESTIMULANTE BIORMA.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del Bioestimulante Biorma, y el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos para el crecimiento en la especie forestal *Podocarpus sprucei* Parl., en el vivero forestal de la ESPOCH, la metodología aplicada fue en el establecimiento de un diseño Completamente Aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones, el ensayo se ubicó dentro del umbráculo del vivero. Los tratamientos evaluados fueron: Bioestimulante Biorma, Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos, y un testigo aplicado a los 15, 30 ,45 días respectivamente, evaluando altura (cm), numero de hojas y brotes de la especie. Los datos se tomaron para la variable altura de la planta con la ayuda de una regla graduada en cm, seguidamente el conteo del número de hojas y brotes para una posterior aplicación con las siguientes dosis: T1: Bioestimulante Biorma (50ml/L), T2: Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos (150ml/L) y T3: Agua (1L), las mismas aplicadas en un lapso de 15 días a 90 plantas por cada tratamiento y un análisis económico por tratamiento. Los resultados demostraron que el Bioestimulante Biorma y este enriquecido con microorganismos son eficientes para el crecimiento en plantas de *P sprucei* Parl, con el incremento en altura, número de hojas y brotes. En tema económico, el tratamiento T1 muestra un costo menor de aplicación en relación con el T2 con \$ 235,25. Por ende, se recomienda el uso con microorganismos este a base de cepas de *Trichoderma* para posibles investigaciones integrado con bioestimulantes orgánicos aplicados en diversas especies forestales nativas del Ecuador para dejar de lado a los productos químicos.

Palabras clave: <BIOESTIMULANTE>, <BIORMA>, <MICROORGANISMOS (*Trichoderma spp.*)>, <PRODUCTO BIOLÓGICO >, <ROMERILLO (*Podocarpus sprucei*) > <ANÁLISIS ECONÓMICO >.



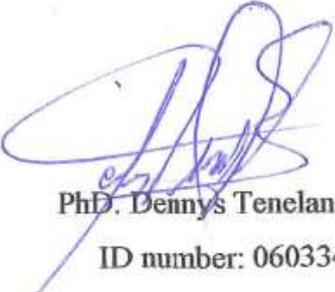
1011-UPT-DBRA-2023

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the efficiency of the Biorma Biostimulant and the Biorma Biostimulant enriched with microorganisms for growth in the forest species *Podocarpus sprucei* Parl. in the ESPOCH forest nursery. The applied methodology was to establish a Completely Randomized design with three treatments and three replications. The trial was located inside the shade house of the forest nursery. The treatments evaluated were: Biorma Biostimulant, Biorma Biostimulant enriched with microorganisms, and control applied at 15, 30, and 45 days respectively, considering height (cm), number of leaves, and shoots of the species. The data for the plant height variable were taken with the help of a ruler graduated in cm, followed by counting the number of leaves and shoots for a later application with the following doses: T1: Biostimulant Biorma (50ml/L), T2: Biostimulant Biorma enriched with microorganisms (150ml/L) and T3: Water (1L), the same applied in 15 days to 90 plants for each treatment and an economic analysis per treatment. The results showed that the Biostimulant Biorma and this enriched with microorganisms are efficient for the growth of *P. sprucei* Parl plants, with the increase in height, the number of leaves, and shoots. In economic terms, the T1 treatment presents a lower application cost concerning T2 at \$235.25. Therefore, using microorganisms based on *Trichoderma* strains is recommended for possible integrated investigations with organic biostimulants applied in various native forest species of Ecuador to leave aside chemical products.

Keywords: <BIOSTIMULANT >, <BIORME >, <MICROORGANISMS (*Trichoderma spp.*) >, <BIOLOGICAL PRODUCT>, <ROMERILLO (*Podocarpus sprucei*)>, <ECONOMIC ANALYSIS >.

Riobamba, June 19th, 2023



PhD. Denny Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

La abundancia de los recursos forestales con los que cuenta el Ecuador al poseer una diversidad de especies y ecosistemas es considerado un país megadiverso a nivel mundial, esta abundancia de ecosistemas lo hacen un potencial para generar ingresos económicos para el estado ecuatoriano y el bienestar de la sociedad.

El acelerado deterioro por la deforestación y expansión agrícola de los bosques de montaña que presentan una alta diversidad y endemismos, estos ecosistemas son los más amenazados por el hombre. Su gran extensión fue disminuida drásticamente, en la actualidad solo se los puedo encontrar en bosques montanos relictos, estos ecosistemas ubicados por encima de los 1000 msnm. Las especies de coníferas nativas de los Andes pertenecientes a la familia Podocarpaceae, estas participan eficientemente en la dinámica de los bosques tan frágiles, evidentemente, es alarmante su extracción indiscriminada por la calidad de su madera (Vicuña, 2005, pp.283-288).

Este género *Podocarpus* y en específico esta especie *Podocarpus sprucei* Parl. resalta por la excelente madera que posee, se trabaja por lo general en talleres de ebanistería, con la pulpa se utiliza para papel, contrachapado, embalaje, molduras, estructuras aéreas y leña.

Con esto, se pretende favorecer el uso de especies nativas forestales y la inclusión de programas de reforestación con especies que presenten regeneración natural, a fin de utilizar los policultivos, sistemas agrosilvopastoriles, la agroforestería, y otras técnicas con fines de conservación para su aprovechamiento, fundamentadas en conocimientos tradicionales.

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se suministran a las plantas con el fin de mejorar su nutrición, tolerancia al estrés abiótico/biótico y mejorar las características del cultivo, independientemente del contenido de nutrientes, ya que estos bioestimulantes vegetales también están presentes en productos comerciales que contienen mezclas de estos microorganismos. En este sentido, Los bioestimulantes microbianos incluyen hongos micorrízicos y no micorrízicos, endosimbiontes bacterianos y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Por otro lado, los microorganismos aplicados a las plantas tienen una doble función de agente de biocontrol y de bioestimulante (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

Los bioestimulantes incrementan las manifestaciones metabólicas y fisiológicas de las plantas, como el desarrollo de la raíz, tallo, hojas y frutos, estimulando la fotosíntesis, dado que mejoran el estado nutricional de la planta y benefician la inhibición de la germinación de las esporas de

los hongos al mantener un equilibrio hormonal, posibilitando la síntesis biológica de las auxinas, giberelinas y citoquininas (Guerrero, 2006, p.26).

Los microorganismos del suelo interactúan con las raíces de las plantas y constituyentes del suelo en la interacción raíz-suelo, con las diversas interfases entre suelo, raíces y microorganismos da lugar al desarrollo de un ambiente dinámico conocido como rizosfera, donde una variedad de formas microbianas se desarrolla activamente y en equilibrio (Pedraza et al.,2010: pp.155-164).

Los microorganismos promotores de crecimiento vegetal proveen grandes beneficios a diversos cultivos de interés agrícola al establecer mutualismo con microorganismos edáficos, evitando el uso desmedido de fertilizantes y productos químicos utilizados en la producción agrícola (Cruz et al.,2021: pp.899-913).

Los concentrados que son a base de la cepa de *Trichoderma*, se componen por más de 50 formulaciones disponibles en el mercado como biofungicidas, aplicados directamente al cultivo en relación antagonista fúngico-plantas-patógenos microbianos al identificar los principales genes y compuestos involucrados en esta amplia interacción, determinando el papel de una variedad de nuevos genes y producto génicos (transportadores ABC enzimas y proteínas), que proporcionan resistencia inducida, ya que están proteínas son responsables de un gen avirulento en la interacción entre *Trichoderma spp.* y plantas, relacionadas con el micoparasitismo inductor. Se ha demostrado transgénicamente la capacidad de *Trichoderma spp.* de transferir proteínas heterólogas a la planta durante la colonización de la raíz, y han usado proteína verde fluorescente para observar la interacción in situ entre *Trichoderma spp.* y el hongo patógeno o la planta (Woo et al.,2006: pp.181-185).

Como los demás seres vivos, las plantas también necesitan para crecer agua, nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico, como un complemento estas necesitan otras sustancias como aminoácidos, enzimas, hormonas para lograr un crecimiento armónico, ya que son sustancias que circulan en pequeñas cantidades a través de sus fluidos regulando su crecimiento (Angulo, 2009, p. 10).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En el presente trabajo de investigación se evaluó la eficiencia del bioestimulante BIORMA, en el crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.) a nivel de vivero en la ESPOCH; el mismo que será comparado con el M.O estimulante y un testigo (Agua); con el fin de determinar la calidad y rentabilidad del bioestimulante BIORMA; puesto que la especie forestal mencionada es de gran importancia, ya que resalta entre otros por que poseen semillas, pero no producen flor, al igual que el pino y el ciprés. ya que se identifica por ser una de las especies maderables más demandadas que tiene la industria forestal en Ecuador.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar el bioestimulante BIORMA en el crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.) a nivel de vivero en la Espoch.

1.2.2. Específicos

- Determinar la incidencia del bioestimulante Biorma.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos aplicados.

1.3. Justificación

Observar el crecimiento y comportamiento inicial de la especie de forestal (*Podocarpus sprucei* Parl.) frente a distintos tipos de tratamientos, permitió tener un conocimiento sobre en qué tratamiento o bajo qué tipo de nutrientes que le brinda los bioestimulantes a las plantas se desarrollará mejor para así reducir los bajos niveles de sobrevivencia o por el inadecuado desarrollo de la misma y adaptarse a las condiciones ambientales del sitio definitivo, hace que sea más factible la producción de plantas bajo condiciones de vivero. La finalidad del presente proyecto de investigación es aportar información, para que las personas puedan determinar uno de los tratamientos adecuados para el crecimiento óptimo inicial de *Podocarpus sprucei* Parl., en etapa de vivero.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Ninguno de los tratamientos aplicados es eficiente en el crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.).

1.4.2. Hipótesis alternante

Al menos uno de los tratamientos aplicados es eficiente en el crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.).

CAPÍTULO II

2. REFERENCIAS TEÓRICAS

2.1. Romerillo

Según el autor, la especie de Romerillo tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica del Romerillo.

Reino	<i>Plantae</i>
Nombre común	<i>Romerillo</i>
División	<i>Pinophyta</i>
Familia	<i>Podocarpaceae</i>
Género	<i>Podocarpus</i>
Especie	<i>Podocarpus sprucei Parl.</i>

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

La planta de romerillo tiene la siguiente descripción botánica:

2.1.1. *Hábitat*

Es un árbol con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 20 a 40 cm y una altura aproximada de 10 a 15 metros (Thomas y Farjon, 2013). Minga y Verdugo (2016) manifestaron que se trata de árboles dioicos, raramente monoicos. Las hojas son simples, enteras, duras, arregladas en espiral en las ramitas, lámina linear lanceolada, con margen entero, base cuneada y ápice agudo. Las flores unisexuales, plantas dioicas. Las flores masculinas dispuestas en conos sobre las ramitas laterales. Las flores femeninas dispuestas en conos axilares y sobre un corto pedúnculo. El fruto es una drupa de esférica a ligeramente elipsoide, de color verde oliva, sostenida por un receptáculo carnoso.

2.1.2. *Distribución y ecología*

Especie nativa de los Andes común en Perú y Ecuador, y se desarrolla a 2000 msnm y 3000 msnm de altitud. Su adaptabilidad se da muy bien a una gran variedad de suelos y es moderadamente resistente a la sequía; presenta una buena capacidad de rebrote y su regeneración natural es muy buena particularmente en terrenos arenosos (Minga y Verdugo, 2016: p.68).

2.1.3. Descripción

El *Podocarpus sprucei* conocido como “Guavisay” y “Saucecillo”, se adapta de manera favorable a una gran variedad de suelos, resistente a la sequía y tiene una buena regeneración natural en terrenos arenosos. La situación de esta especie es alarmante ya que consta en la Lista Roja de Categoría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como una especie en peligro de extinción (Thomas y Farjon, 2013); y ha obtenido un puntaje de 0.95, colocándola en la posición 278 en la lista EDGE Gymnosperm, con un carácter distintivo evolutivo de 6.14 del clasificado 509 (Forest, 2018).

2.1.4. Usos

Las hojas de este árbol se utilizan para infusiones, baños de asiento y para tratar resfriados. En algunas partes del Ecuador, en provincias como Tungurahua, Chimborazo y Cañar se tiene la creencia que es un protector contra los espíritus (Minga y Verdugo, 2016: p.68). La madera que se obtiene de esta especie tiene mucha demanda pues se usa en las construcciones de casas, muebles, o varios artículos finos; además de que se planta como especies ornamentales en algunos parques en el Ecuador (Thomas y Farjon, 2013).

2.1.5. Estado de conservación

La propagación de las especies del género *Podocarpus* de origen sexual y por estacas es muy difícil ya que estas especies se encuentran en peligro de extinción, dado que por efectos de la degradación de los bosques naturales se ha perdido en su gran mayoría el número total de su población, y lo que se pretende es aplicar procesos de propagación para obtener una repoblación efectiva de las coníferas en el Ecuador dado que toma mucho tiempo en desarrollo hasta el momento de la cosecha, con bajas ganancias en su comercialización. Por esta razón, se busca diversos métodos de multiplicación a gran escala y con menor tiempo de producción (Castillo et al., 2018: pp.3-5).

2.1.6. Problemas socio - ambientales que amenazan el estado de conservación de los bosques

Castillo y Peralta (2007) indican que, según Gálvez, J (2003) menciona que según los problemas socioambientales que amenazan el estado de conservación de los bosques son la extracción de madera, la ausencia de manejo forestal, los incendios forestales, la sobreexplotación silvopastoril, la fragmentación de los ecosistemas, que disminuyen drásticamente los escasos bosques existentes.

2.2. Bioles

Originados por la descomposición o fermentación (mediante la acción de microorganismos) de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas en sustancias fácilmente asimilables por las mismas. Promueven una mejor nutrición de la planta. Plantas sanas toleran mejor el ataque de insectos y enfermedades (FAO, 2013, p. 10).

2.2.1. Modo de acción de los Bioles

Todo esto se maneja por varias hipótesis sobre como estos productos podrían mejorar la producción de las plantas. A lo largo del tiempo, se han ido incorporando estudios ligados a las ciencias biológicas y agronómicas en relación con el comportamiento de las poblaciones microbianas en sistemas naturales.

2.3. Bioestimulantes

Son sustancias orgánicas provenientes de los extractos de los materiales vegetales, algas marinas por mencionar algunos, estos garantizan una elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acorde de las necesidades de la planta (Fe-Futureco, 2004).

Estos a su vez, dado por su acción estimulan el crecimiento de las plantas mejorando la absorción de nutrientes e incrementar los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de los elementos nutrientes que contengan en su composición. Las diversas categorías de bioestimulantes específicos, podemos mencionar, los extractos de algas, quitosana, ácidos húmicos y fúlvicos, hongos micorrízicos, bacterias promotoras de crecimiento y los hidrolizados (Veobides et al.,2018: pp.102-109).

2.3.1. Función de los Bioestimulantes

Los bioestimulantes incrementan las manifestaciones metabólicas y fisiológicas de las plantas, como el desarrollo de la raíz, tallo, hojas y frutos, estimulando la fotosíntesis y a limitar los daños ocasionados por factores bióticos, dado que mejoran el estado nutricional de la planta y benefician la inhibición de la germinación de las esporas de los hongos al mantener un equilibrio hormonal, posibilitando la síntesis biológica de las auxinas, giberelinas y citoquininas (Guerrero, 2006, p.26).

2.3.2. Como se usan los bioestimulantes

Generalmente se aplican directamente al follaje, sin necesidad de mezclarlos, o también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertirrigación o en drench.

2.3.3. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en la planta que se encuentran bajo condiciones de estrés o suelos que presentan baja disponibilidad de nutrientes, consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis. Una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales, la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita. La principal barrera que el nutriente debe atravesar es la cutícula, la cual está compuesta de ceras. Las características fisicoquímicas del nutriente, tales como tamaño y polaridad controlan la tasa de absorción. Es así como se efectos el proceso de absorción foliar de nutrientes y su influencia en el desarrollo y uso de fertilizantes foliares (Murillo et al.,2013: pp.232-244).

La fertilización en los sistemas agrícolas se realiza aplicando directamente en el suelo los nutrientes, la eficiencia de esta fertilización depende en gran proporción la capacidad de la planta para movilizar los nutrientes desde las raíces hasta los diferentes órganos y tejidos, como de las condiciones del suelo (pH, disponibilidad de agua, temperatura y contenido de arcillas, entre otros) y de la forma de presentación del fertilizante ya sea en polvo, granulado, líquido (Murillo et al.,2013: pp.232-244).

2.3.4. Categorías principales de productos bioestimulantes

El INTAGRI (2017) informa que los bioestimulantes se enmarcan en una categoría de productos tan novedosa que su reglamentación a nivel mundial aún no está completamente cerrada. Sin embargo, existe cierto consenso entre científicos, reguladores, productores y agricultores en la definición de las categorías principales de productos bioestimulantes.

2.3.4.1. Ácidos húmicos y fúlvicos

Son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.4.2. Aminoácidos y mezclas de péptidos.

Son moléculas nitrogenadas consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.4.3. Extractos de algas y de plantas

El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizante es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente, estos compuestos contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrientes, esteroides y hormonas (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

Son utilizados en la agricultura los extractos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento vegetal, constituyendo una alternativa ecológica al consumo excesivo de productos sintéticos. Estos productos naturales son mezclas complejas de compuestos bioactivos tales como reguladores del crecimiento vegetal, polisacáridos, fenoles, aminoácidos, esteroides, betaínas, vitaminas, macro y micronutrientes (Espinosa et al.,2020: pp.257-282).

2.3.4.4. Quitosanos y otros biopolímeros

El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular además son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.4.5. Compuestos inorgánicos

Son elementos beneficiosos, cuyos elementos químicos promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies, pero no para todas. Sus efectos

beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.4.6. Hongos beneficiosos

Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.4.7. Bacterias beneficiosas

Su influencia en la planta va desde los ciclos biogeoquímicos, aportación de nutrientes, eficiencia en el uso de los nutrientes, inducción de la resistencia a enfermedades, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y biótico e incluso modulación de la morfogénesis de la planta (Du Jardin, 2015, pp.3-14).

2.3.5. Sales minerales inorgánicas

Estas sales inorgánicas son extraídas de los yacimientos, mimas de óxidos, carbonatos y sales metálicas como sulfatos, cloruros y nitratos, su valor económico es menor a relación de otras fuentes, su principal inconveniente es que en altas concentraciones pueden provocar quemaduras o fitotoxicidad al follaje de la planta (Molina, 2003, pp. 89-99).

2.3.5.1. Sulfatos

Son fuentes inorgánicas debido a su alta solubilidad en agua y menor índice salino, presenta menor riesgo de quemaduras en las hojas. En el mercado de fertilizantes, los sulfatos de Fe, Cu, Zn y Mn se encuentran en granulados o en polvos finos. Son fuente de micronutrientes para las plantas, también suministra pequeñas cantidades de S (Molina, 2003, pp. 89-99).

2.3.5.2. Cloruros y nitratos

Presenta mayor poder higroscópico y capacidad para permeabilizar la cutícula de las hojas, los cloruros y nitratos se absorben más rápido por el follaje en comparación con los sulfatos. El cual, los cloruros y nitratos facilitan la penetración foliar de otros iones disueltos en la solución de aplicación, tales como el Zn (Molina., 2003, pp. 89-99).

Las fuentes nitrogenadas, el nitrato de amonio y la Urea son las más utilizadas debido a su alta solubilidad en agua. Sin embargo, esta última es más utilizada por su menor índice salino y mayor concentración de N, ya que es una fuente nitrogenada que estimula la absorción de otros nutrientes debido a que aumenta la permeabilidad del tejido foliar, y al ser aplicado a la superficie foliar es capaz de ser absorbida, metabolizada y translocada rápidamente (Molina, 2003, pp. 89-99).

2.3.5.3. Fosfatos

Estos son los más utilizados en aplicaciones foliares ya que fuente de fósforo, son el Fosfato Monoamónico (MAP), Fosfato Diamónico (DAP), los Polifosfatos y el Fosfato monopotásico completan la lista de fuentes fosfatadas más usadas en la fertilización foliar (Molina, 2003, pp. 89-99).

2.3.5.4. Potasio.

Los fertilizantes que son fuentes de K son: Cloruro de Potasio, Sulfato de Potasio y Nitrato de Potasio. El KNO_3 es más utilizado debido a la presencia de nitrógeno y menor efecto fitotóxico. El Cloruro de Potasio y el Nitrato de Potasio pueden actuar como asistentes que mejoran la absorción de iones disueltos en la solución de aplicación en el cultivo, debido a que las propiedades favorecen la permeabilidad de la cutícula de la hoja (Molina, 2003, pp. 89-99).

Además, el Calcio y Magnesio, son sales minerales inorgánicas más utilizadas para aplicar son: Nitrato de Calcio, Nitrato de Magnesio y Sulfato de Magnesio. Este último es la fuente más común para adicionar Mg en aplicaciones foliares (Molina, 2003, pp. 89-99).

2.4. Microorganismos benéficos

Toalombo I, R. M (2022), indica que según Piedrabuena (2003), los Microorganismos Eficientes (EM) son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Los microorganismos eficientes (ME) agrupan una gran diversidad microbiana, ya sean estas las bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. En la agricultura estos microorganismos eficientes estimulan la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Con esto, se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan su fertilidad química y eliminan a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos. Además, desde el punto de vista fisiológico se ha determinado que los microorganismos eficientes incrementan la capacidad

fotosintética de los cultivos, y la capacidad para absorber agua y nutrientes, el cual mejoran la calidad y reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos, en particular, el composteo. Todos estos aspectos explican el incremento del rendimiento agrícola y el amplio uso de los ME, así como productos derivados de estos como los bioles (Tanta y Leiva, 2019: pp.93-103).

Las múltiples interrelaciones entre especies de microorganismos en los ecosistemas, tales como sinérgicas, antagónicas, de competencia física y bioquímica, moduladas por los distintos factores bióticos y abióticos que los afectan. En la parte del suelo inmediata a las raíces vivas uno de los principales sitios donde se presentan microorganismos funcionales, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores del crecimiento vegetal, biocontroladores y especies patogénicas, normalmente, compiten por espacio y por nutrientes. Esta interacción entre suelo-planta-microorganismos-ambiente, interfiere de forma directa, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales (Cano, 2011, pp.15-31).

Los microorganismos rizosféricos, como los hongos formadores de micorrizas arbusculares (AMF), hongos del género *Trichoderma* y bacterias del género *Pseudomonas*, son catalogados como agentes de control biológico (BCA) y microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM), dependen de los factores mencionados para expresar sus potenciales efectos benéficos; sin duda, en la interacción de estos tres tipos de microorganismos, se pueden presentar efectos sinérgicos, que dinamicen los beneficios o, por el contrario, que simplemente no ocurra ningún efecto en el crecimiento y en el desarrollo de las plantas (Cano, 2015, pp.15-31).

2.5. *Trichoderma* spp.

Este producto biológico demuestra que tiene un amplio espectro ante los hongos fitopatógenos transmitidos por el suelo y aire, además de tener ventajas como agente de control biológico, por producir enzimas, inducible con la presencia de los hongos fitopatógenos y beneficia en el incremento del sistema radicular y del área foliar al momento del trasplante (Chiriboga et al., 2015: p. 14).

El género *Trichoderma* presenta distribución mundial. Se han descrito diversas estrategias biológicas asociadas a su alta tasa de supervivencia en diferentes ambientes. En el control de microorganismos fitopatógenos, el antagonismo y la producción de enzimas degradadoras de pared celular son las más destacadas (Benítez et al., 2004: pp. 249-260).

A nivel mundial, la mayoría de los bioformulados de *Trichoderma* spp. se preparan a base de las especies *T. viride*, *T. virens* y en mayor proporción de *T. harzianum* (Benítez et al., 2004: pp. 249-260).

Las cepas de *Trichoderma* ejercen biocontrol contra hongos fitopatógenos, bien sea de manera indirecta compitiendo por nutrientes y espacio, modificando las condiciones ambientales o fomentando el crecimiento de las plantas, mecanismos de defensa y la antibiosis, o directamente, por mecanismos como el micoparasitismo. Estos mecanismos indirectos y directos pueden actuar en el proceso de biocontrol, todo esto dependiendo de la cepa de *Trichoderma*, el hongo antagonizado, la planta de cultivo y las condiciones ambientales, con la disponibilidad de nutrientes, el pH, la temperatura y la concentración de hierro. La activación de cada mecanismo implica la producción de compuestos y metabolitos específicos, como factores de crecimiento vegetal, enzimas hidrolíticas, sideróforos, antibióticos y permeasas de carbono y nitrógeno. Estos metabolitos pueden sobre producirse o combinarse con cepas de biocontrol apropiadas para obtener nuevas formulaciones para su uso en el control de enfermedades de las plantas (Benítez et al., 2004: pp. 249-260).

2.6. Bioestimulante Biorma

Es un bioestimulante natural, que proviene de la descomposición de materia orgánica y alto contenido del extracto de la materia orgánica, se lo puede aplicar de manera foliar o directamente al suelo, este bioestimulante contiene microelementos y fitohormonas, la cual ayudan a absorber los nutrientes retenidos en el suelo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación esta direccionado hacia la utilización de bioestimulantes orgánicos para el desarrollo y mejoramiento de las características fenológicas de las plantas de romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.), por lo cual se pretende evaluar la eficiencia del bioestimulante Biorma ante el mismo bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos y agua a nivel de vivero.

3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo cuenta con una investigación experimental y comparativa, al evaluar la eficiencia del Bioestimulante Biorma, puesto en comparación con el mismo bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos y agua durante un tiempo de 15, 30, 45 días, tomando en consideración todas las variables a ser evaluadas como lo son la altura, número de hojas y número de foliolos; obteniendo los valores con resultados positivos para dicha investigación, se procederá a recomendar el uso del tratamiento que mostro mayor eficiencia.

3.3. Localización y características del área de estudio

3.3.1. *Localización del área de estudio*

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), localizado en la Panamericana Sur km 1.5 en la provincia de Chimborazo en la ciudad de Riobamba – Ecuador.

3.3.2. *Ubicación geográfica*

Representación gráfica del vivero Forestal como se muestra en la (Ilustración 3-1).

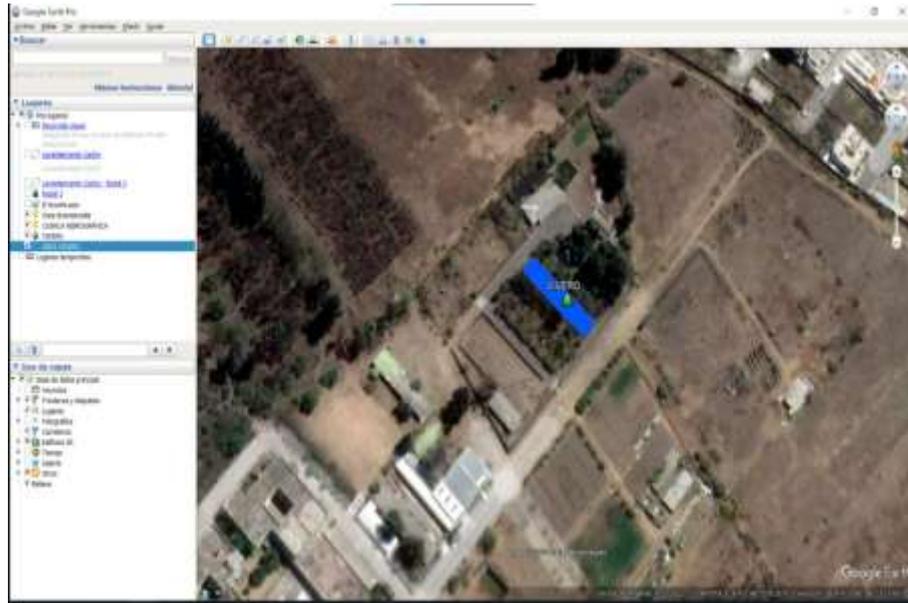


Ilustración 3-1: Vivero Forestal.

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

- **Provincia:** Chimborazo
- **Cantón:** Riobamba
- **Parroquia:** Lizarzaburo
- UTM WGS84 Zona 17S
- **X:** 75792505 m E
- **Y:** 9817410.78 m S

Fuente: Medina Bayardo., 2023.

3.3.3. *Características climáticas del vivero*

- Temperatura más alta (° C): 28,3 se presenta en los meses de diciembre
- Temperatura más baja (° C): 3,6 se presenta en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre (Caizaluisa y López, 2020: p. 29).

3.4. Materiales y equipos

3.4.1. *Material biológico experimental*

- **Especie:** Plantas de romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.).
- **Edad de la planta:** Seis meses.
- **Altura de las plantas:** 9,39 cm.

3.4.2. *Reactivos e insumos*

- Bioestimulante BIORMA.
- Microorganismos benéficos.
- Agua.

3.4.3. *Materiales de campo*

- Agua de riego
- Etiquetas de identificación,
- Rociadores plásticos (3 unidades)
- Pipetas plásticas (3 unidades)
- Probetas plásticas (3 unidades)
- Regla
- Libreta de campo,
- Cámara fotográfica
- Mandil
- Guantes quirúrgicos, mascarilla quirúrgica.

3.4.4. *Equipos de campo*

- Cámara fotográfica.

3.4.5. *Materiales y equipos de oficina*

- Computadora, impresora, hojas, libreta de campo, lápiz, borrador, esferográfico.
- **Programas informáticos:** Word 2020 y Excel 2022.
- **Programas estadísticos:** InfoStat 2020.

3.5. Factores en estudio

Se evaluaron dos bioestimulantes identificados de la siguiente manera:

Factor A: Bioestimulantes.

A1: Biorma (biológico)

A2: Microorganismos

3.6. Tratamientos

El tratamiento (T) se estableció en cada unidad experimental 30 plantas que en total había 90 plantas de la especie Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.), Al combinar los factores en estudio, surgen tres tratamientos, los mismos que se les constituyo un código por cada tratamiento que se describen a continuación, en la (Tabla 3-1).

Tabla 3-1: Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Denominación	Código	Descripción del tratamiento
1	Biorma	T1	Plantas de <i>Podocarpus sprucei</i> Parl., aplicado el Bioestimulante Biorma.
2	Biorma enriquecido con microorganismos	T2	Plantas de <i>Podocarpus sprucei</i> Parl., aplicado el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos.
3	Agua	T3	Plantas de <i>Podocarpus sprucei</i> Parl., aplicado agua pura (testigo)

T (1-3): Tratamientos estudiados, T1: Biorma, T2: Biorma con microorganismos, T3: Agua, R (1-30): Repeticiones

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

3.7. Especificaciones del campo experimental

Numero de tratamientos: 3

Numero de repeticiones: 3

Número de unidades observacionales (30 plantas por tratamiento): 90

3.8. Diseño experimental

Se utilizo un Diseño completamente Aleatorizado como se indica en la (Tabla 2-3)

Tabla 1-2: Descripción del diseño experimental.

Fuente de variación	gl	Formula
Tratamientos	2	Tt-1
Error	89	TUO-1

Realizado por: Medina Bayardo, 2023.

3.9. Modelo matemático

Se utilizó un Diseño completamente Aleatorizado como se muestra en la (Tabla 3-2)

$$Y_{ij}: \mu + T_i + E$$

Y: Variable a evaluar/respuesta

μ : Media poblacional

E: Error experimental

3.10. Análisis funcional

- Se realizó la prueba de TUKEY al 5 % cuando existió diferencia significativa entre los tratamientos.
- Se determinó el coeficiente de variación expresado por porcentaje.
- Se realizó el análisis económico de variación expresado mediante la relación beneficio costo.

3.11. Variables estudiadas

En la Tabla 3-3 se muestra las variables a evaluar para determinar la incidencia del Bioestimulante Biorma en el crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.).

Tabla 3-3: Variables para evaluar en el registro de datos.

N °	VARIABLES	ABREVIATURA
1	Altura de la planta	HP
2	Número de hojas	NH
3	Número de brotes	NB

Realizado por: Medina Bayardo, 2023.

3.12. Manejo del experimento

- Selección de la especie Forestal

Se procedió a la designación del área de trabajo en el umbráculo del vivero forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por parte de la Ing. Núñez Jenny, donde se procedió a la adquisición de un total de 100 plantas de *Podocarpus sprucei* Parl., y a escoger las plantas con características idénticas para que el ensayo sea totalmente homogéneo aplicando un Diseño Completamente Aleatorizado, inclusive se seleccionó estas plantas dado que su madera que se

obtiene tiene mucha demanda en la industria forestal por lo que se lo utiliza en las construcciones de casas, o para la creación de varios artículos finos.

b. Desinfección de la cama en el vivero forestal

Se procedió a la desinfección con oxido de calcio (1 lb) de toda la cama.

c. División de los tratamientos

Se procedió a la división en la cama ene el vivero forestal por tratamiento, realizando tres subdivisiones en el área de trabajo, con tres tratamientos, tres repeticiones con un total de unidades experimentales de nueve.

d. Fertilización Foliar

La fertilización foliar se realizó de acuerdo con las etiquetas de cada producto aplicado a través de los rociadores manuales.

e. Fertilización foliar con el Bioestimulante Biorma

Cálculos: Se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del bioestimulante Biorma, el cual, se tuvo como referencia la dosis recomendada por el propietario del bioestimulante, dando un valor del Bioestimulante Biorma en una sola dosis 50 ml/l; cada 15 días, en el testigo se aplicó agua solamente.

Dosis necesaria para la aplicación del Bioestimulante Biorma, sobre las plantas de Romerillo.

1,67 ml → 1 Planta.

50 ml → 30 plantas

Entonces:

Es necesario 50 ml del bioestimulante Biorma en 1 litro de agua.

Aplicación: Al realizar la disolución en agua con la dosis calculada para dicho tratamiento se aplicó a las plantas con un rociador manual de plástico, donde se evaluará el efecto del

bioestimulante Biorma/ litro de agua, mediante la observación y con la ayuda de información externa como fichas técnicas, artículos y libros.

f. Fertilización foliar con el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos.

Cálculos: Se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos (M.O EFICIENTES), el cual, se tuvo como referencia la dosis recomendada por el propietario del bioestimulante, dando un valor del Bioestimulante Biorma en una sola dosis 50 ml/l del bioestimulante Biorma y 100 ml/l de los microorganismos; cada 15 días, en el testigo se aplicó agua solamente.

Dosis necesaria para la aplicación del Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos, sobre las plantas de Romerillo.

5 ml → 1 Planta.

150 ml → 30 plantas

Entonces:

Es necesario 150 ml del bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos en 1 litro de agua.

Aplicación: Al realizar la disolución en agua con la dosis calculada para dicho tratamiento se aplicó a las plantas con un rociador manual de plástico, donde se evaluará el efecto del bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos/ litro de agua, mediante la observación y con la ayuda de información externa como fichas técnicas, artículos y libros.

g. Riego

Se realizó riego directo al área edáfica (sustrato), una vez cada semana.

h. Control de malezas

La limpieza del ensayo se realizó de forma manual.

i. Control de enfermedad

Se realizó un monitoreo de las plantas, realizando controles fitosanitarios necesarios.

3.12.1. Especificaciones del campo experimental

Para la investigación se instaló un Diseño experimental Completamente Aleatorizado, la cual consta de 3 tratamientos, 3 repeticiones y 90 unidades experimentales como se muestra en la (Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Diseño de tratamientos empleado el DCA.

	BLOQUE 1											BLOQUE 2											BLOQUE 3									
	T2: Biorma											T3: Biorma+Microorganismos											T1: Agua									
F 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
F 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
F 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	F 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

3.12.2. Altura de las plantas

Para la obtención de los datos para medir variable altura se utilizó una regla (cm) evaluadas a los (15, 30, 45 días), la medida inicio desde la señal de 0.5 cm medida desde la base del sustrato hasta el primer brote, considerando el orden de los tratamientos, como se muestra en la (Ilustración 2-3).



Ilustración 3-2: Medición de la altura.

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

3.12.3. Número de hojas

Para la obtención de los datos para medir variable número de folíolos se evaluó cada (15, 30, 45 días), se procedió a contar minuciosamente desde las hojas inferiores hasta las hojas superiores, considerando el orden de los tratamientos, como se muestra en la (Ilustración 3-3).



Ilustración 1-3: Número de hojas.

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

3.12.4. Número de brotes

Para la obtención de los datos para medir variable número de brotes se evaluó cada (15, 30, 45 días), se procedió a contar minuciosamente el número de brotes emergido, considerando el orden de los tratamientos.

3.13. Análisis económico

Para el análisis económico se procedió a efectuar la relación beneficio/costo, al aplicar el análisis de Presupuesto Parcial propuesto por el CIMMYT (Perrin et al., 1988) cuya finalidad es determinar la rentabilidad de la aplicación de los tratamientos evaluados, calculando cada uno de los costos de aplicación por producto aplicado, con los costos que varían, beneficios brutos y beneficios netos.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Variables

Se determino a través de una prueba de normalidad con todos los datos obtenidos en las distintas variables, altura, número de hojas, número de brotes al presentar una distribución normal ($p > 0,05$).

4.1.1. Variable 1: Altura a los 15 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-1 para la variable altura a los 15 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 14,61 %.

Tabla 4-1: Análisis de varianza de altura a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	1,659	0,830	0,487 N.S.
Error	6	10,216	1,703	-
Total	8	11,875	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 14,61 %

4.1.2. Variable 2: Altura a los 30 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-2 para la variable altura a los 30 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 14,25 %.

Tabla 4-2: Análisis de varianza de altura a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	1,672	0,836	0,558 N.S.
Error	6	9,971	1,662	-
Total	8	11,643	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 14,25 %

4.1.3. Variable 3: Altura a los 45 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 3-4 para la variable altura a los 45 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 14,06%.

Tabla 4-3: Análisis de varianza de altura a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	1,743	0,872	0,525 N.S.
Error	6	10,029	1,672	-
Total	8	11,772	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 14,06 %

4.1.4. Representación gráfica de la variable altura (cm) de la especie forestal *Podocarpus sprucei* Parl., y tratamientos

Como se muestra en la Gráfico 4-1 podemos observar un histograma de la variable altura (cm) de la planta *Podocarpus sprucei* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, evidenciando que a los 15 días el Bioestimulante Biorma refleja mayor altura seguido del testigo y finalmente el Biostimulante Biorma enriquecido con microorganismos, a los 30, 45 días se conserva el mismo orden, reiterando que, si existe un aumento en las alturas, pero siempre predomina el Bioestimulante Biorma.

Con resultados obtenidos mediante el análisis físico-químico del bioestimulante Biorma como se muestra en el Anexo I, evidenciaron y justificaron los valores de la Grafica (4-1), el cual indica que existe una deficiencia de los elementos químicos como lo es del nitrógeno con un valor 0,0046 %, fósforo 1450 mg/L y potasio 1060 mg/L, los cuales no permiten que las plantas se

desarrollen y por consiguiente se evidencia que el nutriente escaso para el crecimiento y la acumulación de masa seca por las plantas de guayaba en fase de vivero a la edad de 10 meses fue el N, afectando negativamente en el número de hojas, el área foliar y la acumulación de masa seca por las plantas. Este efecto de la carencia total de nutrientes en plantas de guayaba en fase de vivero tuvo como efecto el retraso de crecimiento principalmente del número de hojas y del área foliar, pero no condujo a la muerte de estas (Dussán et al., 2016: pp.40-52).

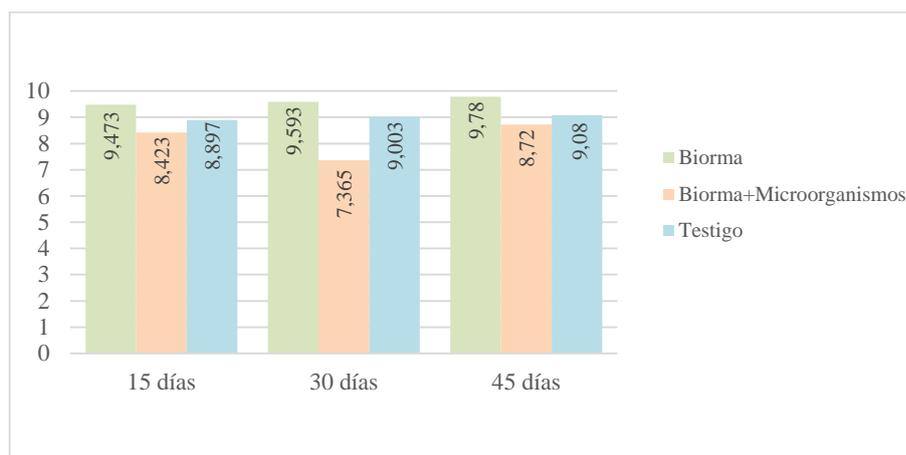


Ilustración 2-1: Histograma de la variable altura (cm) de la planta a los 15, 30, 45 días.

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

Mantilla et al. (2007), también menciona que los microorganismos eficientes, fijan el nitrógeno que se encuentra en la atmósfera (bacterias), solubilizan los nutrientes que derivan de compuestos como el fosfato, descomponen los residuos orgánicos, ayudan a combatir los patógenos y reciclan los nutrientes que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas

4.1.5. Variable 4: Numero de hojas a los 15 días.

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-4 para la variable número de hojas a los 15 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 13,89 %.

Tabla 4-4: Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	37,556	18,778	0,233 N.S.
Error	6	482,667	80,444	-
Total	8	520,222	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 13,89 %

4.1.6. Variable 5: Numero de hojas a los 30 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-5 para la variable número de hojas a los 30 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 12,48 %.

Tabla 4-5: Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	48,222	24,111	0,336 N.S.
Error	6	430,667	71,778	-
Total	8	478,889	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 12,48 %

4.1.7. Variable 6: Numero de hojas a los 45 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-6 para la variable número de hojas a los 45 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 9,05 %.

Tabla 4-6: Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	32,667	16,333	0,399 N.S.
Error	6	245,333	40,889	-
Total	8	278,000	-	-

Realizado por: Medina, Bayardo, 2023.

C.V: 9,05 %

4.1.8. Representación gráfica de la variable número de hojas de la especie forestal *Podocarpus sprucei* Parl. y tratamientos

Como se muestra en la Gráfico 4-2 podemos observar un histograma de la variable número hojas de la planta *Podocarpus sprucei* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, evidenciando que a los 15, 30 días el Bioestimulante Biorma refleja mayor número de hojas seguido del testigo y finalmente el Biostimulante Biorma enriquecido microorganismos, a los 45 días refleja mayor número de hojas se predomina el Bioestimulante Biorma seguido del Biostimulante Biorma enriquecido con microorganismos y finalmente el testigo.

Con los resultados obtenidos mediante el análisis físico-químico del bioestimulante Biorma como se muestra en el Anexo I, evidenciaron y justificaron los valores de la Grafica (1-4), el cual indica que existe una deficiencia de los elementos químicos como lo es del nitrógeno con un valor 0,0046 %, fósforo 1450 mg/L y potasio 1060 mg/L, ya que con la ausencia de nitrógeno limitó el desarrollo de las hojas en cuanto a su número, con menor tejido foliar para fotosíntesis y para la producción de fotoasimilados, los cuales son empleados para la generación de nuevos tejidos vegetativos en etapas iniciales, evidenciando mayor producción de masa seca (Marschner, 2011). Además, cuando los elementos N y K son restringidos en la solución nutritiva, se produce efecto negativo en la formación de nuevas hojas y en su expansión, lo que se puede asegurar que las deficiencias de N alteran la nueva formación de hojas y su desarrollo, debido posiblemente a las bajas tasas de producción de aminoácidos y proteínas indispensables en la división y elongación de células (Cabezas y Sánchez, 2008: pp.197-204).

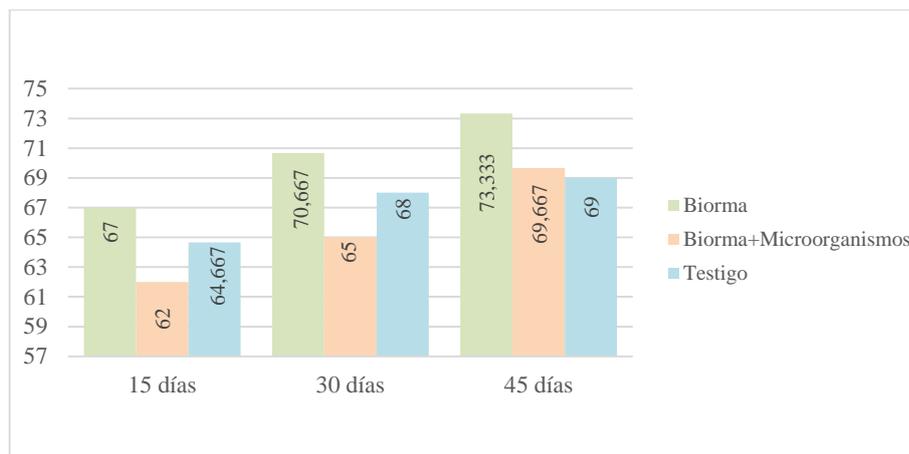


Ilustración 4-2: Histograma de la variable hojas de la planta a los 15, 30, 45 días.

Realizado por: Medina, Bayardo, 2023.

4.1.9. Variable 7: Numero de brotes a los 15 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-7 para la variable número de brotes a los 15 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 28,87 %.

Tabla 4-7: Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	2,000	1,000	3,000 N.S.
Error	6	2,000	0,333	-
Total	8	4,000	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 28,87 %

4.1.10. Variable 8: Numero de brotes a los 30 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-8 para la variable número de brotes a los 30 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 40,45 %.

Tabla 4-8: Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	28,222	14,111	2,309 N.S.
Error	6	36,667	6,111	-
Total	8	64,667	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 40,45%

4.1.11. Variable 9: Numero de brotes a los 45 días

Como se muestra en el análisis de varianza Tabla 4-9 para la variable número de brotes a los 45 días, se observa que no existe diferencias significativas para los tratamientos, consecuentemente, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente conservan el mismo rango, con un coeficiente de variación de 16,11 %.

Tabla 4-9: Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.L	S.C	C.M	Fc
Tratamiento	2	9,556	4,778	2,389 N.S.
Error	6	12,000	2,000	-
Total	8	21,556	-	-

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

C.V: 16,11 %

4.1.12. Representación gráfica de la variable número de brotes de la especie forestal *Podocarpus sprucei* Parl. y tratamientos

Como se muestra en la Gráfico 3-4 podemos observar un histograma de la variable brotes de la planta *Podocarpus sprucei* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, evidenciando que a los 15 días el Bioestimulante Biorma y Biostimulante Biorma enriquecido microorganismos reflejan la misma cantidad de brotes seguido del testigo, a los 30 días refleja mayor número de foliolos el Biostimulante Biorma enriquecido microorganismos seguido del Biostimulante Biorma y finalmente el testigo, a los 45 días el Bioestimulante Biorma refleja mayor cantidad de brotes seguido del Biostimulante Biorma enriquecido microorganismos y finalmente el testigo.

Con los resultados obtenidos mediante el análisis fisicoquímico del bioestimulante Biorma como se muestra en el Anexo I, evidenciaron y justificaron los valores de la Grafica (3-4), el cual indica que existe una deficiencia de los elementos químicos como lo es del calcio con un valor 1210 mg/L, boro (Sin especificar) y potasio 1060 mg/L, ya que no se mostraron deformaciones en las hojas nuevas ni hubo reducción drástica del crecimiento de las mismas, tampoco afecto el número de hojas; al no observar manchas necróticas entre las nervaduras en las puntas de las hojas y la muerte de brotes (Silva et al.,2017: pp.31-43).

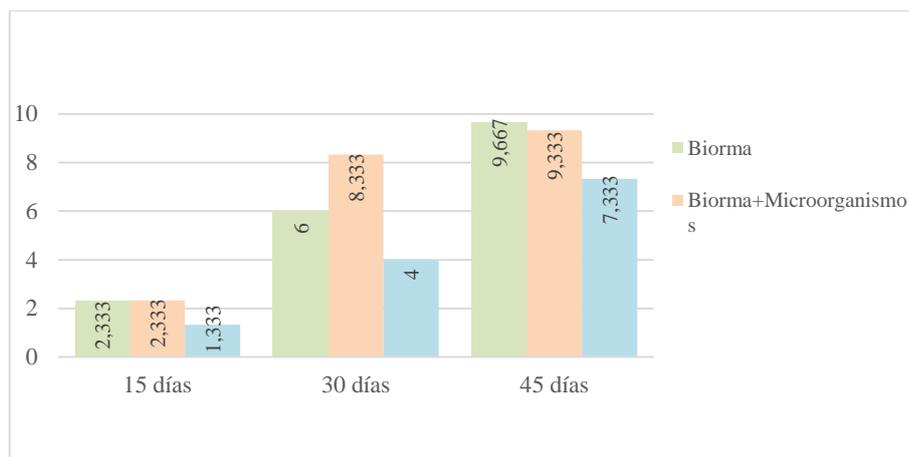


Ilustración 4-3: Histograma de la variable brotes de la planta a los 15, 30, 45 días.

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

4.2. Análisis económico

Como se muestra en la Tabla 4 -10 para el análisis beneficio/costo para cada uno de los tratamientos evidencia que el tratamiento testigo que no se aplicó ningún producto obtuvo el menor costo, ya que no existe efecto en el crecimiento de las plantas, y el tratamiento que obtuvo mayor costo fue el tratamiento T2 (Biorma+microorganismos 150 ml) con 954,41.

Tabla 4-10: Costos de producción aplicados por tratamiento.

Tratamientos	Costos que varían (\$/ha)	Costos marginales (\$/ha)	Beneficios brutos (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Beneficios netos marginales (\$/ha)	TRM %
Testigo	54,05	181,20	54,045	0,00	14,66	8
T1	235,25	-	249,9	14,66	-	-
T2	954,41	719,17	249,9	-704,51	-719,17	-1

Realizado por: Medina Bayardo., 2023.

No se evidencia una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos dado que ambos son eficientes para el crecimiento de las plantas de romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.) con costos diferentes, pero el tratamiento T1 (Bioestimulante Biorma 50 ml) muestra un costo menor en relación con el T2 (Biorma+microorganismos 150 ml) con \$ 235,25.

Cabe mencionar, que por cada \$1 invertido en adquirir y aplicar un bioestimulante orgánico, se producirá una tasa de retorno marginal del 8 %; es decir, por cada \$1.00 invertido recuperará su \$1.00 y \$0.08 adicionales.

Los beneficios brutos calculados a partir de los resultados de la literatura muestran cifras positivas, ya que Coletta et al. (2019) mencionaron que por la aplicación de bioestimulantes en cultivos de árboles frutales tratados con bioestimulantes orgánicos, como la viña y los manzanos, proporcionaron un aumento de los beneficios brutos de 69,0 y 2251,8 \$/ha, respectivamente.

4.3. Discusión

De acuerdo con los diferentes datos obtenidos en el presente trabajo de investigación realizada en el vivero forestal de la ESPOCH, llevados a discusión debido a la metodología constituida para su ejecución y la posterior comprobación de la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos trazados al inicio de esta investigación. Al comparar la incidencia del Bioestimulante Biorma y del Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos para el crecimiento de las plantas de *P. sprucei* Parl., seguidamente de haber realizado el análisis estadístico donde no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos, es decir estadísticamente son similares permaneciendo bajo el mismo rango, pero numéricamente son diferentes.

Lo que significa que el Bioestimulante Biorma y el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos son eficientes para el crecimiento de la planta, al no existir diferencias significativas, ya que los Bioestimulantes orgánicos propician el incremento de la altura, en concordancia con la literatura citada que menciono (Guillen et al., 2019, p.02) ya que con la aplicación del bioestimulante mejoró considerablemente el crecimiento total de las plántulas de *Podocarpus glomeratus* (a los 6 meses) y su incremento mensual hasta el cuarto mes de la aplicación de los tratamientos, ya que la aplicación de bioestimulante puede acelerar el crecimiento de la especie en vivero. Así que recomendamos su aplicación en la especie. Además, cabe mencionar que los tratamientos aplicados son eficientes para el crecimiento de Romerillo (*P. sprucei* Parl.) concuerda con lo citado por (Bermeo, 2015: p.16). Los bioestimulantes tuvieron los mismos efectos, pues al realizar los análisis estadísticos no presentaron significancia estadística lo que se interpreta que los dos tuvieron similares efectos.

Los resultados obtenidos al aplicar el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos representa valores numéricamente diferentes pero estadísticamente son iguales en el crecimiento de las plantas de Romerillo (*P. sprucei* Parl.), lo que no concuerda con la literatura citada por (Jácome et al., 2019, p.05) que a partir de los variables morfológicas relacionados con el crecimiento de las plántulas cultivadas en condiciones de vivero, evidenciando que existen diferencias significativas entre las variables morfológicas para los tratamientos aplicados, ya que con la aplicación de distintas dosis de *Trichoderma spp.* como microorganismo eficiente contribuye al crecimiento de las plantas.

Cabe recalcar, ya que al igual que al aplicar un producto biológico a base de *Trichoderma spp.*, estos actúan como un bioestimulante, lo que hace referencia a lo mencionado por (Santana y Catellanos, 2018, p. 4). que al utilizar *Trichoderma spp.*, incremento el número de hojas, la altura y la biomasa seca del área foliar en la planta de cedro, y funciona como promotor del crecimiento vegetal.

(Añazco, 2000) menciona que al igual, que en el proceso de emergencia en el sustrato formado por la mezcla del 50% de turba más el 50% de humus contribuyeron para alcanzar una mayor altura de planta, el sustrato al estar formado por un buen contenido de materia orgánica, aumentó su drenaje, además elevó sus niveles de N, P, K y Mg, los mismos que mejoran e incrementan el crecimiento de esta variable a partir de los 90 días luego de la siembra de *Vallea stipularis* L.f .

El análisis físico-químico del bioestimulante Biorma (Anexo I), marca evidentes deficiencias en los indicadores químicos evaluados, como el nitrógeno con un valor 0,0046 %, fósforo 1450 mg/L y potasio 1060 mg/L, esto se ve reflejado en que si existe una deficiencia de potasio, el cual ocasiona anomalías en el crecimiento, produce clorosis en las hojas y quemaduras y que la planta será más susceptible al estrés hídrico, ya que si las concentraciones de potasio en la planta son adecuadas existe una mayor tasa de fotosíntesis lo cual se refleja en una alta producción de biomasa de la planta (Marschner, 2003).

Adicionalmente presenta un pH de 7,86 y se denomina medianamente básico y por lo general hay carbonato cálcico en el suelo y con una conductividad eléctrica con un valor de 0,014 mho/cm, estos varían según la presencia de sales en el sustrato, aumenta con el nivel de solución de fertilizante presente, si en los fertilizantes son sales que, agregadas con el agua de riego, forman una solución salina, la cual eleva y regula el pH dependiendo la cantidad de sales en el fertilizante (Sánchez, 2000).

Finalmente, la forma de actuar de los microorganismos eficientes es incrementar la descomposición y mineralización de la materia orgánica, trayendo como consecuencia mayor disponibilidad de los nutrientes, así mismo incrementar la absorción de nutrientes por parte de las plantas y que estas puedan crecer y desarrollarse más que las plantas que no la utilizan.

López-Bucio et al., 2015, menciona que existen varias especies de *Trichoderma* han sido utilizadas a escala comercial para el control biológico de enfermedades, el cual impide el crecimiento de los patógenos de las plantas, algunas de estas cepas de *Trichoderma* son capaces de producir ácido indol acético u otros compuestos de tipo auxinas, que promueven la elongación de raíces, el desarrollo de raíces laterales y la formación de pelos radiculares, con lo que beneficia el aumento de hormonas endógenas, enzimas desintoxicadoras de especies oxidativas, potenciando el crecimiento de la planta y el rendimiento bajo condiciones ambientales adversas. Las formulaciones líquidas y sólidas que contengan las conidias pueden ser utilizadas como inoculantes de *Trichoderma*, los mejores resultados que brindan como bioestimulantes son el desarrollo radicular y extracción de nutrientes, todo esto realizado con la aplicación del inoculo en la etapa inicial del cultivo, existe además, efectos adversos de los bioestimulantes de los tratamientos con *Trichoderma*, ya que todo esto dependerá del tipo de especie y genotipo con el que se esté trabajando, dado que las razas difieren en su capacidad para colonizar las raíces de las plantas. Los beneficios de las *Trichodermas* se obtienen adoptando prácticas de manejo adecuadas como la reducción en la aplicación de fertilizantes o la fumigación del suelo y el uso de fertilizantes orgánicos. En general, el uso de razas de *Trichoderma* con acción bioestimulante puede ayudar a aumentar la eficiencia en el uso de fertilizante y la tolerancia a estrés biótico y abiótico.

(Restrepo, 2007), menciona que, en los bioles podemos encontrar nutrientes, hormonas, hongos, bacterias y levaduras muy importantes para estimular el crecimiento de las plantas, así como en la investigación se evidencian que si hay estimulación con el biol enriquecido a partir de la dosificación T3 (150ml) que incrementa a la altura de la planta. Por el aporte nutricional del biol, este aumento de altura de la planta también puede ser supuestamente por las PGPB (bacterias promotoras del crecimiento de las plantas) incorporadas en el biol (Mena, 2022, p.28).

Como los demás seres vivos, las plantas también necesitan para crecer agua, nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico, como un complemento estas necesitan otras sustancias como aminoácidos, enzimas, hormonas para lograr un crecimiento armónico, ya que son sustancias que circulan en pequeñas cantidades a través de sus fluidos regulando su crecimiento (Angulo, 2009, p.10).

CONCLUSIONES

Se determinó la incidencia del Bioestimulante Biorma para el control del crecimiento de plantas de Romerillo (*Podocarpus sprucei* Parl.), reflejando una respuesta positiva a la aplicación del producto, a través del aumento de 9,47-9,78 (cm) en la altura, de 67-73 en el número de hojas y de 3-10 en el número de brotes de la planta, encontrándose que los valores numéricos son significativos, es decir estadísticamente los tratamientos aplicados continúan bajo el mismo rango.

En el análisis de presupuesto parcial realizado para cada uno de los tratamientos aplicados, el más viable económicamente es con la aplicación del bioestimulante Biorma, ya que en adquirir y aplicar un bioestimulante orgánico, se producirá una tasa de retorno marginal del 8 %; es decir, por cada \$1.00 invertido recuperará \$0.08 adicionales.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios similares de *Trichoderma spp.*, como microorganismos eficientes que contribuyen al crecimiento y desarrollo en especies forestales que se encuentren para la reforestación con fines comerciales.

Se recomienda aplicar el Bioestimulante Biorma enriquecido con microorganismos para posibles investigaciones a una dosificación mayor a 150 ml/L, de manera directa en el área foliar de la planta, como bioestimulante orgánico en especies forestales nativas del Ecuador para dejar de lado a los productos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

ANGULO, R. Evaluación de cuatro b estimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L). cultivar nacional. [En línea]. Trabajo de Titulación. (Grado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Ecuador. 2009. p. 10. [Consulta: 13 de febrero de 2023] Disponible en : <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/319/1/13T0621.pdf>

BERMEO, C. Evaluación de tres tratamientos pre germinativos con tres tipos de sustratos y dos bioestimulantes en la etapa de germinación y desarrollo de la especie nativa pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) en el vivero forestal Belisario Quevedo, sector Illuchi, provincia de Cotopaxi. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2015. p. 16.

BENITEZ, H; et al. " *Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains*" [en línea], 2004, (España) 7, pp. 249-260. [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/Benitez.pdf>

CABEZAS, M & SÁNCHEZ, C. " Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey)". Bogotá. 2008. pp. 197-204.

CANO, M. " *ABSORCIÓN DE NUTRIENTES A TRAVÉS DE LA HOJA* " [en línea], 2011, (rev.udcaactual.divulg.cient.) 20(4), pp. 257-282. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 2074-8647. Disponible <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/v14n2a03.pdf>

CASTILLO, M; et al. " Propagación vegetativa de dos especies de la familia Podocarpaceae." [en línea], Ecuador. 2007. pp. 3-5. [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/Castillo_et_al_2007_propagacion_podocarpus.pdf

CRUZ, C; et al. " Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos" [en línea]. México. 2021. pp. 899-913. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n5/2007-0934-remexca-12-05-899.pdf>

DU JARDIN, P. " *Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation*", 2015, 196, pp. 3-14.

DUSSÁN, M; et al. " Efecto de la deficiencia de N, P, K, Mg, Ca y B sobre la acumulación y distribución de la masa seca en plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) var. ICA Palmira II en fase de vivero". (Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas). 2016. pp. 40-52. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/v10n1a4.pdf>

ESPINOSA, R; et al. " ABSORCIÓN DE NUTRIENTES A TRAVÉS DE LA HOJA " [en línea]. Cuba. 2020. pp. 257-282. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 2074-8647. Disponible en: [file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/2074-8647-bvg-20-04-257%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/2074-8647-bvg-20-04-257%20(1).pdf)

FAO. *Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura.* [En línea] 2013, (Ecuador). p. 10. [Consultado el: 10 de noviembre de 2022.]. E-ISBN 978-92-5-307782-3 (PDF). Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3360s/i3360s.pdf>.

FOREST, F. Gimnospermas en el BORDE. s.l. : Scientific Reports 8: 6053. doi: 10.1038 / s41598-018-24365-4. 2018.

GUERRERO, A. Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, Leucadendron sp cv. safari sunset. [En línea] Universidad Técnica del Norte, Ecuador. 2006. p. 16. [Consulta: 10 de noviembre de 2022] Disponible en : <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24873/1/Tesis-145%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20456.pdf>.

GUILLEN, F; et al. Supervivencia y crecimiento de plántulas Pino de monte (*Podocarpus glomeratus*) probando bioestimulantes o fertilizantes en vivero,. [En línea]. Bolivia, 2009. [Consultado el: 13 de febrero de 2023.] Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/303112261_Sobrevivencia_y_crecimiento_de_plantulas_Pino_de_monte_Podocarpus_glomeratus_probando_bioestimulantes_o_fertilizantes_en_vivero_Cochabamba_Bolivia.

JÁCOME, C; et al. " Efecto de *Trichoderma harzianum* como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* en condiciones de vivero". Ecuador. 2019. p. 05 [Consulta: 13 de febrero de 2023] Disponible en: [file:///C:/Users/dmedi/Downloads/DialnetEfectoDeTrichodermaHarzianumComoBioestimulanteEnEl-7177565%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dmedi/Downloads/DialnetEfectoDeTrichodermaHarzianumComoBioestimulanteEnEl-7177565%20(1).pdf).

MANTILLA, C; et al. " *ABSORCIÓN DE NUTRIENTES A TRAVÉS DE LA HOJA* " [en línea], Colombia. 2007. pp. 6-14. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 1101 – 0275. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77690202>

MENA, L. Evaluación de la eficiencia de tres dosificaciones de biol enriquecido en el frutal durazno (*Prunus persica*) establecido como cerca viva, CEASA-UTC, provincia de Cotopaxi. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2022. p. 28. [Consulta: 13 de abril de 2023] Disponible en : <http://190.15.139.147/bitstream/27000/9469/1/PC-002416.pdf>

MINGA, D; & VERDUGO, A. *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. Cuenca. Ecuador.* 2016. p. 68. [Consulta: 20 de febrero de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/DaniloMinga/publication/303677294_Arboles_y_arbustos_de_los_rios_de_Cuenca_Azuay-Ecuador/links/5911bb62a6fdcc963e69a3ad/Arboles-y-arbustos-de-los-rios-de-Cuenca-Azuay-Ecuador.pdf

MOLINA, E. Fertilizantes Foliare. En: Fertilizantes: Características y Manejo. Centro de Investigaciones agronómicas [En línea]. Universidad de Costa Rica. 2003. pp. 89 –99. [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/Fuentes-de-Fertilizantes-Foliare-para-Aplicaciones-Foliare-Parte-I-Sales-Minerales-Inorganicas.pdf>

MURILLO, R; et al. " *ABSORCIÓN DE NUTRIENTES A TRAVÉS DE LA HOJA* " [en línea], Costa Rica. 2013. pp. 232-244. [Consulta: 21 abril 2023]. ISSN 1101 – 0275. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/475947762013.pdf>

PEDRAZA, R; et al. " *Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión*" [en línea]. España. 2010. pp. 155-164. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: [file:///C:/Users/dmedi/Downloads/Dialnet-MicroorganismosQueMejoranElCrecimientoDeLasPlantas-5624728%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dmedi/Downloads/Dialnet-MicroorganismosQueMejoranElCrecimientoDeLasPlantas-5624728%20(1).pdf)

RÍOS, O. Dosis nutricional a base de microorganismos eficaces (ferti em) en la productividad del cultivo de caihua (*Cyclanthera pedata*) en la localidad de Lamas. Trabajo de Titulación. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú. 2017. p. 33.

SANTANA, T; & CATELLANOS, L. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* rifai en posturas de leucaena, cedro y samán. Colombiana Forestal [En línea]. Colombia. 2018. p. 4 . [Consulta: 20 de febrero de 2023.] ISSN 0120-0739. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392018000100081.

SILVA, A; et al. " *Síntomas de deficiencia de macronutrientes en pimiento (Capsicum annum L.)*" [en línea]. Uruguay. 2017. pp. 31-43. [Consulta: 21 febrero 2023]. ISSN 1510-0839. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n2/2301-1548-agro-21-02-00031.pdf>

THOMAS, P; & FARJON, A. *Podocarpus sprucei. s.l. The IUCN Red List of Threatened Species*. 2013. [Consulta: 20 de febrero de 2023]

TANYA, M. y LEIVA, M. " Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas" [en línea], Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. 2019. pp. 93-103. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 2072-2001. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>

TOALOMBO, R. Evaluación de Microorganismos Eficientes Autoctonos Aplicados en el Cultivo de Cebolla Blanca (*Allium fistulosum*). Trabajo de Titulación. Grado. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2012. p. 20. [Consulta: 10 de febrero de 2023] Disponible en : <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>

VEOVIDES, H; et al. " *Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental*" [en línea]. La Habana. 2018. pp. 102-109. [Consulta: 21 abril 2023]. ISSN 0258-5936. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400015

VICUÑA, E. " *Las Podocarpaceas de los bosques montanos del noroccidente peruano*" [en línea], Perú, 2005. pp. 283-288. [Consulta: 12 febrero 2023]. ISSN 1727-9933. Disponible en: <file:///C:/Users/dmedi/OneDrive/Documentos/8%20semestre/Tesis/CORRECCION/v12n2a11.pdf>

WOO, S; et al. " The Molecular Biology of the Interactions Between Trichoderma spp., Phytopathogenic Fungi, and Plants". Italia. 2005. pp. 181-185. [Consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.symbio.co.uk/uploads/PDFs/The%20molecular%20biology%20of%20the%20interactions%20between%20Trichoderma%20spp%20Phytopathogenic%20fungi%20and%20plants.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: DESIGNACION DEL ÁREA DE TRABAJO.



Cama asignada donde se iniciara con el trabajo

ANEXO B: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL AREA DEL TRABAJO.



Desinfección de la cama de trabajo

ANEXO C: UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO.



Ubicación de las plantas

ANEXO D: ROTULACIÓN DE LAS PLANTAS.



ANEXO E: PRIMERA APLICACIÓN.



Aplicación con el B. Biorma



Aplicación del bioestimulante con microorganismos



Aplicación de agua

ANEXO F: SEGUNDA APLICACIÓN.



ANEXO G: TERCERA APLICACIÓN.



ANEXO H: PRESENCIA Y CONTROL DE PLAGAS.



Presencia de plagas en vivero (Mosca blanca, *Hypsipyla grandella*, pulgones y arañas).



Control de plagas mediante compuesto orgánico casero.

ANEXO I: ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL BIOESTIMULANTE BIORMA.

MATRIZ: QUÍMICOS

Oferta N° 26

Empresa

Agrícola Arroyo & Romero

Atención

Cristian Arroyo

Dirección

Los Ceibos 306 y Jazmines

Teléfono

0969843818

Tipo de la muestra

Biol

Código de la empresa

M-1

Punto de muestreo

-

Fecha de muestreo

2022/08/19

Fecha de Ensayo

2022/10/19 - 2022/11/10

Fecha de Emisión

2022/11/11

Condiciones ambientales

Tmin: 15 °C T max: 25 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Potencial Hidrógeno	EPA 9045D.2004	uni pH	7,86
Conductividad eléctrica	EPA 9045D.2004	us/cm	14130
		milimhos/cm	14
		mho/cm	0,014
Densidad	Picnometría	g/cm ³	0,97
Materia orgánica	Walkley y Black	%	0,043
Carbono orgánico total	Walkley y Black	%	0,025
Nitrógeno Total	KJELDAHL	%	0,0046
Sodio	SM 3030, 3111 B	mg/L	230
Fósforo Total	SM 3030, 3111 B	mg/L	1450
Potasio	SM 3030, 3111 B	mg/L	1060
Calcio	SM 3030, 3111 B	mg/L	1210
Magnesio	SM 3030, 3111 B	mg/L	24
Hierro	SM 3030, 3111 B	mg/L	20

Página 1 de 2

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada por el cliente y receptada en el laboratorio.

Av. 21 de Abril y Otto Arosemena. RIOBAMBA-ECUADOR
toxchemgroup@gmail.com
0998341037



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 28 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Bayardo David Medina Freire
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1011-DBRA-UTP-2023